

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-297719

(43)Date of publication of application : 25.10.1994

(51)Int.Cl.

B41J 2/135

B41J 2/175

(21)Application number : 05-089673

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 16.04.1993

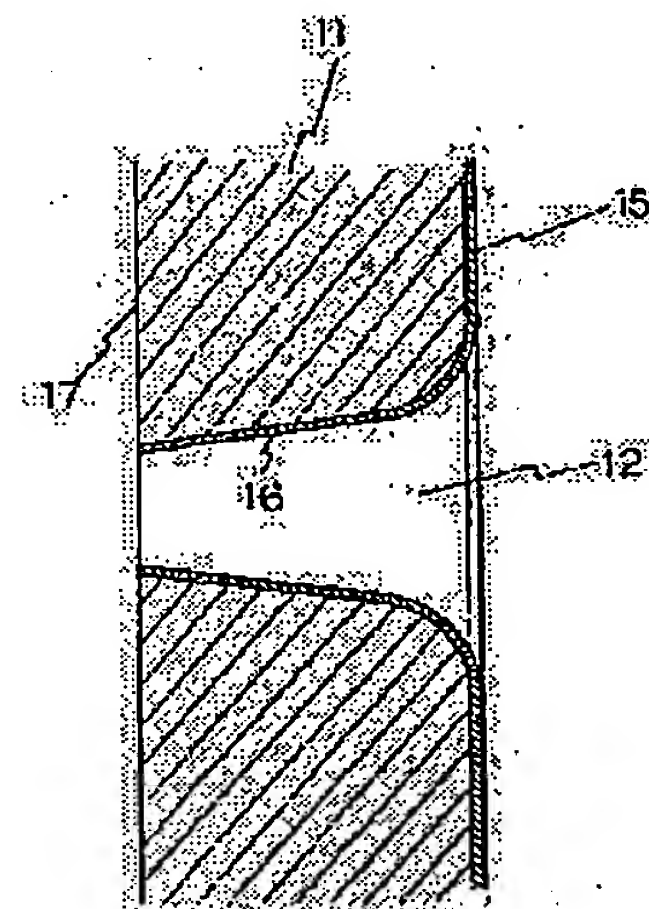
(72)Inventor : SUZUKI MASAHIKO

## (54) LIQUID DROPLET JET DEVICE AND PRODUCTION THEREOF

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a liquid droplet jet device having stable jet characteristics by coating the inner surface of a liquid droplet jet nozzle with a material whose contact angle to a liquid to be injected is small.

CONSTITUTION: A liquid droplet jet nozzle part 12 is constituted by applying a material 15 whose contact angle to a liquid to be injected is small to the inner surface 16 of the liquid droplet jet nozzle of a nozzle plate constituted of a material whose contact angle to the liquid to be injected is large.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The drop fuel injection equipment characterized by making the contact angle over said drop injection nozzle hole internal surface of said drop smaller than the contact angle over the nozzle configuration member in which said drop injection nozzle was formed in the drop fuel injection equipment which injects the drop which is an injected object through a drop injection nozzle hole.

[Claim 2] The manufacture approach of the drop fuel injection equipment characterized by to consist of the first process which forms the drop injection nozzle hole of the need number in the nozzle configuration member which consisted of ingredients beyond a predetermined contact angle to said drop in the manufacture approach of the drop fuel injection equipment which injects the drop which is an injected object through a drop injection nozzle hole, and the second process which coats this drop injection nozzle hole internal surface with the ingredient of a contact angle smaller than said contact angle.

---

**[Translation done.]**

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the drop injection nozzle which constitutes a drop fuel injection equipment in a detail further about the configuration of a drop fuel injection equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, various drop fuel injection equipments, such as an ink jet printer, are developed and put in practical use as equipment for forming a desired alphabetic character and a desired graphic form in printed objects, such as space, based on a predetermined signal. There is the ink droplet injection nozzle section by which an ink droplet is injected as a component of the drop fuel injection equipment which influences most qualities of printed character formed in a printed lifter, such as an alphabetic character and a graphic form, in these drop fuel injection equipments.

[0003] Moreover, drainage system color ink, drainage system pigment ink, solvent system pigment ink, hot melt ink, etc. are one of those which are used as an injected object of these drop fuel injection equipments. Said ink droplet injection nozzle section needs to be designed in the ingredient and configuration which were matched with properties, such as surface tension of the various ink as an injected object used, and viscosity.

[0004] It becomes important to control the wettability of the ink droplet injection nozzle section to the various ink especially decided by physical-properties values, such as surface tension of various ink, and physical-properties values, such as surface tension of the ingredient which constitutes the ink droplet injection nozzle section.

[0005] Conventionally, the plate was comparatively produced as the technique of this wettability control using the wettability good (a contact angle is small) ingredient to the ink to be used, \*\*\*\* processing was performed on the front face of that plate, the \*\*\*\* processing layer was formed in it, the ink droplet injection nozzle hole of the need number was formed, and the nozzle plate was created.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, smooth flow nature inside the nozzle hole of the ink for the drop injection by which the wettability difference over the ink of said nozzle plate front face and an ink droplet injection nozzle hole internal surface was secured, and the quality of printed character was improved and stabilized by the conventional technique, \*\* ink nature on the front face of a nozzle plate, etc., Although the wettability requirement over the ink of the drop injection nozzle section is satisfied To the nozzle plate by which the liquid repellance processing layer was formed in the front face, excimer laser processing and micro drilling, In order to carry out need number formation of the ink droplet injection nozzle by approaches, such as an electron discharge method and etching processing, it originates in the physical properties of the liquid repellance processing layer formed in the front face and a nozzle plate ingredient differing, and a big difference exists in the workability. Therefore, improvement in the quality of printed character which originates in the impact location precision of an injection drop that weld flash exists in the edge section, or a damage exists in the liquid repellance processing layer on the front face of a nozzle plate formed with much trouble in many cases, and stable drop injection over a long period of time might not be performed in the ink droplet injection nozzle section produced by the above-mentioned technique.

[0007] Moreover, although it was possible to perform liquid repellance processing to a nozzle plate front face after carrying out need number formation of the ink droplet injection nozzle hole as an approach of solving said trouble at a nozzle plate, there was a danger of saying that it is very difficult to prevent adhesion of the liquid repellance ingredient to an ink droplet injection nozzle inside regardless of wet and each dry-type liquid repellance processing technique, and a liquid repellance ingredient will close the ink droplet injection nozzle hole itself depending on the case.

[0008] furthermore — if common knowledge is cleaned — sliding with a nozzle plate front face and a cleaning member — the \*\*\*\* processing layer of a nozzle plate — separating — the time of ink injection — the circumference of a nozzle — ink \*\* — \*\*\*\* — it kept and there was a problem of ink stopping blowing off. especially in the case of pigment ink, a wear phenomenon happens according to the abrasive grain effectiveness of the pigment as solid content contained in mechanical contact and pigment ink of a cleaning member, and the \*\*\*\* processing layer of a nozzle plate separates — \*\*\*\* — it cut. .

[0009] This invention presents the configuration and its manufacture approach of the ink droplet injection nozzle section in which drop injection by which the quality of printed character was improved and stabilized is performed, and aims at offering the drop fuel injection equipment which has the injection property which was excellent in the quality of printed character, and was stabilized.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this purpose, it is [ in / the drop fuel injection equipment which injects the drop which is an injected object through a drop injection nozzle hole in this

invention] smaller than the contact angle over the nozzle configuration member in which said drop injection nozzle was formed in the contact angle over said drop injection nozzle hole internal surface of said drop.

[0011] Moreover, it consists of the first process which forms the drop injection nozzle hole of the need number in the nozzle configuration member which consisted of ingredients beyond a predetermined contact angle to said drop, and the second process which coats this drop injection nozzle hole internal surface with the ingredient of a contact angle smaller than said contact angle by the manufacture approach of a drop fuel injection equipment.

[0012]

[Function] The front face of the nozzle configuration member which consisted of ingredients beyond a predetermined contact angle to the drop which is the injected object of this invention acts as a liquid repellance front face of a drop, and this drop drop injection nozzle internal surface to which coating of the ingredient of a contact angle smaller than said contact angle was carried out acts as a maintenance criticality side of the stable meniscus within a drop drop injection nozzle while acting as a smooth fluid channel at the time of drop drop injection.

[0013]

[Example] Hereafter, the example which materialized this invention is explained with reference to a drawing. The manufacture approach of the ink droplet injection nozzle plate of the first example of this invention is shown in drawing 1 -3. Drawing 1 shows the sheet 11 for nozzle plates. In this example, it considered as the drainage system color ink which used the liquid as an injected object as a solvent, and used the glycerol as a wetting agent for water and desiccation prevention. Therefore, various organic materials, such as the wettability bad (a contact angle is large) poly ape phone (PSF), polyether sulphone (PES), and polyimide (PI), can be comparatively considered to the drainage system color ink which is an injected object as a charge of nozzle plate material. The range of the contact angle over the drainage system color ink of said ingredient was 70-80 degrees altogether as a result of the observation.

[0014] In this example, the polyimide sheet of about 0.1mm thickness was used as a sheet 11 for nozzle plates. The sheet 11 for the nozzle plates made from polyimide carried out need number formation of the about [ abbreviation phi40micrometer ] ink droplet injection nozzle hole 12 by the imaging mask method using excimer laser 13, as drawing 2 showed. Next, the magnetron sputtering method 14 was used for the inside of the ink droplet injection nozzle hole 12 formed by excimer laser 13 as shown in drawing 3 , and the field of one side of the sheet 11 for nozzle plates, and the oxidization silicon (SiOx) film 15 was coated. As a result of surveying, the range of the contact angle over the drainage system color ink of the oxidation silicon (SiOx) film 15 formed by the magnetron sputtering method 14 of this example was about 10-20 degrees.

[0015] The cross-section schematic diagram of the ink droplet injection nozzle section of this example is shown in drawing 4 . Since the front face 17 of the ink droplet injection nozzle plate 11 is constituted by the ingredient with which the contact angle over drainage system color ink cannot get wet easily greatly with 70-80 degrees, the ink droplet which adhered to AKUSHIDENTARU at the time of ink droplet injection etc. is simply removed by means, such as wiping, and the return to the same surface state as an initial state is realized. Moreover, most wear phenomena were not observed but the front face 17 of an ink droplet injection nozzle plate maintained the initial state, although mechanical contact to a wiping member or a cleaning member will be performed repeatedly. Since coating of the inside 16 of the ink droplet injection nozzle hole 12 was carried out by the wettability good oxidization silicon (SiOx) film 15 to drainage system color ink, at the time of ink droplet injection, the latest ink meniscus configuration of ink where it filled up with familiarity by ink into the ink droplet injection nozzle hole 12 well became what was stabilized by the time of ink un-injecting, and has realized stable drop injection covering long duration.

[0016] Next, the second example of this invention is explained. In this example, the drainage system pigment ink which used the glycerol as a wetting agent for water and desiccation prevention, and used



carbon black as a black pigment as a solvent was used as an injected object. Therefore, as a wettability bad (a contact angle is large) charge of nozzle plate material, various organic materials, such as the poly acrylate (PSF), polyether sulphone (PES), and polyimide (PI), can be comparatively considered to the drainage system pigment ink which is an injected object. The range of the contact angle over the drainage system pigment ink of said ingredient was 60–70 degrees altogether as a result of the observation.

[0017] The configuration equipped with the about [ abbreviation phi40micrometer ] ink droplet injection nozzle hole 12 as shown by drawing 2 by the injection–molding method in this example, using the poly acrylate as a nozzle plate ingredient the number of need pieces was produced. Next, the magnetron sputtering method 14 was used for the inside of the ink droplet injection nozzle hole 12 formed by the injection–molding method as shown in drawing 3 , and the field of one side of a nozzle plate, and the oxidation silicon (SiOx) film 15 was coated. As a result of surveying, the range of the contact angle over the drainage system pigment ink of the oxidation silicon (SiOx) film 15 formed by the magnetron sputtering method 14 of this example was 5–15 degrees.

[0018] The cross–section schematic diagram of the ink droplet injection nozzle section of this example is shown in drawing 4 . Since the front face 17 of an ink droplet injection nozzle plate is constituted by the ingredient with which the contact angle over drainage system pigment ink cannot get wet easily greatly with 60–70 degrees, the ink droplet which adhered to AKUSHIDENTARU at the time of ink droplet injection etc. is simply removed by means, such as wiping, and the return to the same surface state as an initial state is realized. Moreover, a wear phenomenon happens according to the abrasive grain effectiveness of the pigment as solid content that the front face 17 of an ink droplet injection nozzle plate is included in the mechanical contact to a wiping member or a cleaning member, and drainage system pigment ink. However, since it was the poly acrylate which also used the front face which newly appears as nozzle plate 11 member even if it wore out the front face of a nozzle plate 11 according to the wear phenomenon, it is completely changeless to wettability with ink, and the initial state was maintained.

[0019] Since coating of the inside 16 of the ink droplet injection nozzle hole 12 was carried out by the wettability good oxidation silicon (SiOx) film 15 to drainage system pigment ink, at the time of ink droplet injection, the latest ink meniscus configuration of ink where it filled up with familiarity by ink into the ink droplet injection nozzle hole 12 well became what was stabilized by the time of ink un–injecting, and has realized stable drop injection covering long duration.

[0020] Next, the third example of this invention is explained. The outline perspective view of the main parts which constitute the drop fuel injection equipment of this example in drawing 5 and drawing 6 is shown. Drawing 5 is the cover plate 23 which used the titanate–acid lead zirconate system piezoelectric material of non–polarization. As shown in drawing, the slot 21 for nozzle hole formation is processed into the cover plate 23 using the diamond cutting blade with the need number and a dicing machine at equal intervals. The coating film 25 of oxidation silicon (SiOx) is formed in the inside of the slot 21 for nozzle hole formation of a cover plate 23, and the top face of a cover plate 23 using the magnetron sputtering method.

[0021] Drawing 6 is the actuator 24 using the titanate–acid lead zirconate system piezoelectric material by which polarization processing was carried out in the thickness direction. The slot 22 which acts as the pressure chamber and passage of ink as shown in drawing is processed into the actuator 24 using the diamond cutting blade with the same number and a dicing machine at the same spacing as the slot 21 for nozzle hole formation formed in said cover plate 23. The width–of–face dimension of a slot 22 is made larger than the flute width dimension of said slot 21 for nozzle hole formation. The coating film 25 of oxidation silicon (SiOx) is formed in the inside of the slot 22 of an actuator 24, and the remaining top face except the electric connecting part 26 using the magnetron sputtering method.

[0022] In the drop fuel injection equipment of this example, a slot forming face is made to counter respectively and said cover plate 23 and actuator 24 are pasted up using epoxy system adhesives. By

impressing drive electric field in the direction which the electrode for a drive (not shown) is formed in the both-sides side of the wall 27 of the piezoelectric material which constitutes an actuator 24, and intersects perpendicularly to the direction of polarization, while making the wall 27 of piezoelectric material produce a shear strain and producing volume change of the slot 22 which acts as the pressure chamber and passage of ink, an ink droplet is injected from an ink droplet injection nozzle hole by producing the pressure variation of Mizouchi's ink.

[0023] The schematic diagram near the ink droplet injection nozzle section of the drop fuel injection equipment in the condition of having pasted up the cover plate 23 and the actuator 24 on drawing 7 (a) and (b) is shown. The slot 21 for nozzle hole formation of said cover plate 23 forms the ink droplet injection nozzle hole by pasting up with an actuator 24. In this example, the drainage system pigment ink which used the glycerol as a wetting agent for water and desiccation prevention, and used carbon black as a black pigment as a solvent was used as an injected object. The end face by the side of the injection nozzle which the cover plate 23 and the actuator 24 pasted up was wrapped after cutting processing, and performed mirror plane processing. When the contact angle over the drainage system pigment ink of the titanic-acid lead zirconate system piezoelectric material of a mirror plane condition was surveyed, the high value called about 80–85 degrees was shown. Moreover, as a result of surveying, the range of the contact angle over the drainage system pigment ink of the oxidation silicon (SiOx) film 25 formed in the front face of titanic-acid lead zirconate system piezoelectric material by the magnetron sputtering method of this example was 5–15 degrees.

[0024] Therefore, the ink droplet which adhered to the injection nozzle side front face of a drop fuel injection equipment at AKUSHIDENTARU at the time of ink droplet injection etc. is simply removed by means, such as wiping, and the return to the same surface state as an initial state is realized. Moreover, a wear phenomenon happens according to the abrasive grain effectiveness of the pigment as solid content that the injection nozzle side front face of the drop fuel injection equipment of this example is included in the mechanical contact to a wiping member or a cleaning member, and drainage system pigment ink. However, in this example, since said front face is constituted from the carbon black used as the titanic-acid lead zirconate system piezoelectric material, i.e., a pigment, by which mirror plane processing was carried out by the ceramic ingredient of a high degree of hardness, most wear phenomena are not observed. Since the front face which newly appears was also titanic-acid lead zirconate system piezoelectric material even if minute wear took place, it is completely changeless to wettability with ink, and the initial state was maintained. Since coating of the inside of an ink droplet injection nozzle hole was carried out by the wettability good oxidization silicon (SiOx) film 25 to drainage system pigment ink, at the time of ink droplet injection, the latest ink meniscus configuration of ink where it filled up with familiarity by ink into the ink droplet injection nozzle hole well became what was stabilized by the time of ink un-injecting, and has realized stable drop injection covering long duration.

[0025] Next, the fourth example of this invention is explained. In this example, the solvent system pigment ink which used tripropylene glycol monomethyl ether (TPM) as a solvent, and used carbon black as a black pigment was used as an injected object. Therefore, as a wettability bad (a contact angle is large) ingredient, a fluororesin can be comparatively considered to the solvent pigment ink which is an injected object. The range of the contact angle over the drainage system pigment ink of said ingredient was 50–60 degrees altogether as a result of the observation. The configuration equipped with the about [ abbreviation phi40micrometer ] ink droplet injection nozzle hole 12 as shown by drawing 2 by micro drilling in this example, using a fluororesin as a nozzle plate ingredient the number of need pieces was produced.

[0026] Next, the magnetron sputtering method 14 was used for the inside of the ink droplet injection nozzle hole 12 formed by the micro drilling method as shown in drawing 3, and the field of one side of a nozzle plate, and the oxidization silicon (SiOx) film 15 was coated. As a result of surveying, the range of the contact angle over the solvent system pigment ink of the oxidation silicon (SiOx) film 15 formed by the magnetron sputtering method 14 of this example was 2–5 degrees.

[0027] The cross-section schematic diagram of the ink droplet injection nozzle section of this example is shown in drawing 4. Since the front face 17 of an ink droplet injection nozzle plate is constituted by the ingredient with which the contact angle over solvent system pigment ink cannot get wet easily greatly with 50–60 degrees, the ink droplet which adhered to AKUSHIDENTARU at the time of ink droplet injection etc. is simply removed by means, such as wiping, and the return to the same surface state as an initial state is realized. Moreover, a wear phenomenon happens according to the abrasive grain effectiveness of the pigment as solid content that the front face 17 of an ink droplet injection nozzle plate is included in the mechanical contact to a wiping member or a cleaning member, and solvent system pigment ink. However, since it was the fluoro-resin which also used the front face which newly appears as nozzle plate 11 member even if it wore out the front face of a nozzle plate 11 according to the wear phenomenon, it is completely changeless to wettability with ink, and the initial state was maintained.

[0028] Since coating of the inside 16 of the ink droplet injection nozzle hole 12 was carried out by the wettability good oxidization silicon ( $\text{SiO}_x$ ) film 15 to drainage system pigment ink, at the time of ink droplet injection, the latest ink meniscus configuration of ink where it filled up with familiarity by ink into the ink droplet injection nozzle hole 12 well became what was stabilized by the time of ink un-injecting, and has realized stable drop injection covering long duration.

[0029] All the ink droplet injection nozzle sections of the above-mentioned example are manufactured from the first process which forms the ink droplet injection nozzle of the need number using a wettability bad (a contact angle is large) ingredient to the ink which is an injected object comparatively, and the second process which coats this ink droplet injection nozzle inside with the ingredient which improves wettability to ink (it is about a contact angle).

[0030] To therefore, the nozzle plate by which the liquid repellance processing layer was formed in the front face in the conventional technique Generate because the physical properties of the liquid repellance processing layer formed in the front face produced when carrying out need number formation of the ink droplet injection nozzle by approaches, such as excimer laser processing, micro drilling, an electron discharge method, and etching processing, and a nozzle plate ingredient differ. The sufficient condition for the drop injection by which did not produce problems, such as existence of the weld flash in the ink droplet injection nozzle edge section by the difference with the big workability and existence of the liquid repellance processing layer damage on the front face of a nozzle plate formed with much trouble, and the quality of printed character was improved and stabilized is satisfied. Moreover, after carrying out need number formation of the ink droplet injection nozzle hole at the nozzle plate which is another conventional method, it was avoidable by using the method of construction of this invention also for the danger of saying that the trouble and liquid repellance ingredient which are referred to as liquid repellance processing being made also to the ink droplet injection nozzle inside which was produced in the case of the method of construction which performs liquid repellance processing to a nozzle plate front face will close the ink droplet injection nozzle hole itself.

[0031] In addition, although coating of the wettability good (a contact angle is small) oxidization silicon ( $\text{SiO}_x$ ) film 15 is carried out to all the insides of the ink droplet injection nozzle 12 which consisted of wettability bad (a contact angle is large) ingredients, except for the opening circumference by the side of injection, the oxidization silicon ( $\text{SiO}_x$ ) film 15 may be coated with this example among the insides of the ink droplet injection nozzle 12. In this case, since the meniscus of ink is formed in the ink droplet injection nozzle 12, ink cannot get dry easily. Moreover, since it will fly while the ink droplet is guided to the ink droplet injection nozzle 12 if an ink droplet is injected, the rectilinear-propagation nature of ink is good.

[0032]

[Effect of the Invention] The nozzle configuration member front face which shows good \*\* ink nature to ink, and the ink droplet injection nozzle hole internal surface which has good wettability are realized, and the drop fuel injection equipment equipped with the ink droplet injection nozzle section which consisted

of nozzle configuration members with large ink droplet injection nozzle hole internal surface with a small contact angle to the ink formed by the method of construction of this invention like [ it is \*\*\*\*\* and ] and contact angle from having explained above can realize the wiping engine performance and a stable injection property.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the strabism schematic diagram of the sheet for nozzle plates of one example of this invention.

[Drawing 2] It is the strabism schematic diagram of the nozzle plate after nozzle hole processing of said example.

[Drawing 3] It is the strabism schematic diagram of the nozzle plate after coating of said example.

[Drawing 4] It is the expanded sectional view for a nozzle pore of said example.

[Drawing 5] It is the strabism schematic diagram of the cover plate of other examples of this invention.

[Drawing 6] It is the strabism schematic diagram of the actuator of an example besides the above.

[Drawing 7] (a) is the top view expanding and showing a part for the nozzle pore of an example besides the above. (b) is the side elevation expanding and showing the cross section for a nozzle pore of an example besides the above.

[Description of Notations]

11 Nozzle Plate

12 Drop Injection Nozzle Hole

15 Oxidation Silicon (SiOx) Film

16 Drop Injection Nozzle Hole Internal Surface

17 Front Face of Nozzle Plate

---

[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-297719

(43)公開日 平成6年(1994)10月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J 2/135 2/175		9012-2C 8306-2C	B 4 1 J 3/ 04	1 0 3 N 1 0 2 Z
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)				

(21)出願番号 特願平5-89673

(22)出願日 平成5年(1993)4月16日

(71)出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72)発明者 鈴木 雅彦

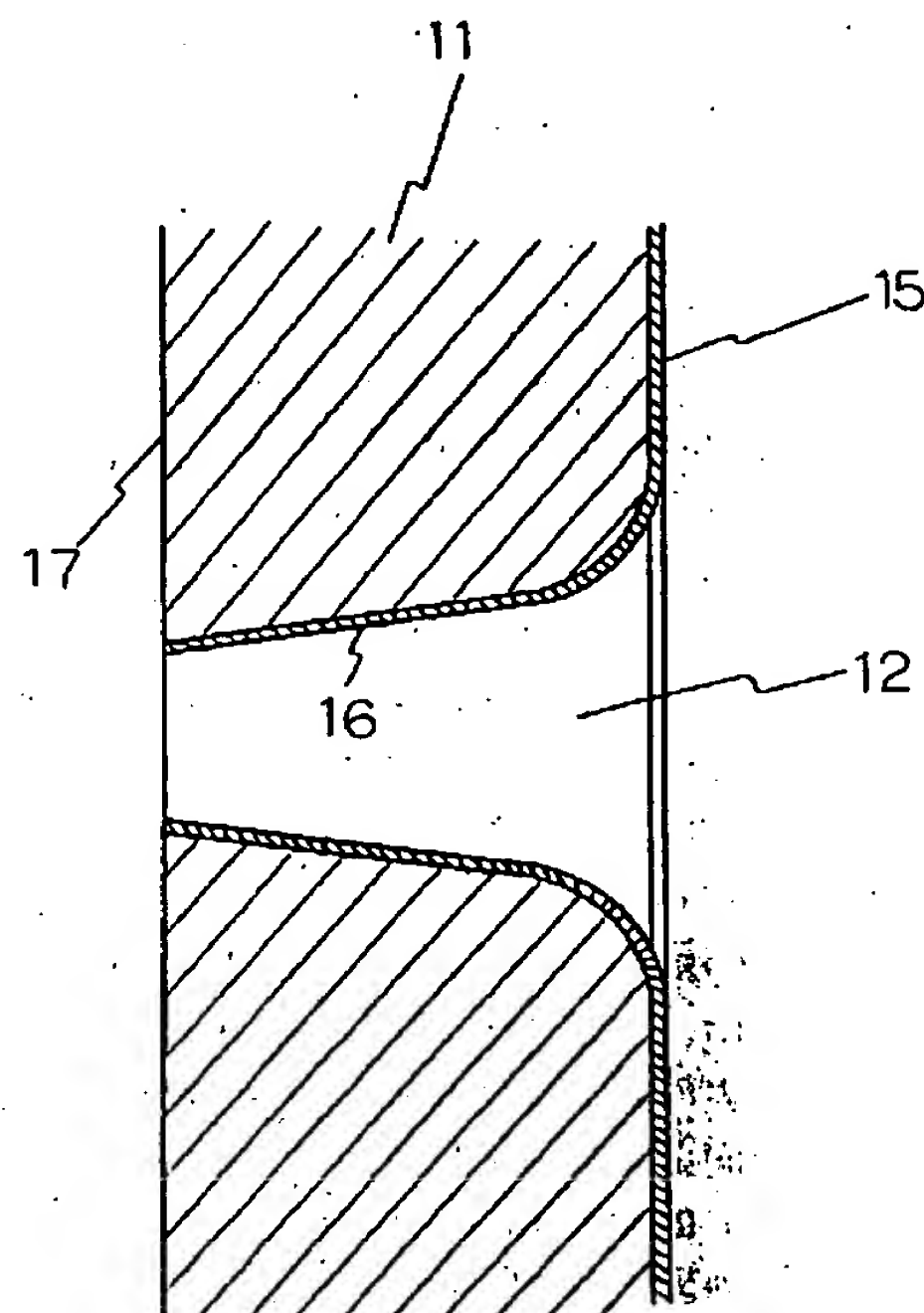
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(54)【発明の名称】 液滴噴射装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 液滴噴射ノズル孔内表面に被噴射液体に対して接触角の小さい材料をコーティングすることで、安定した噴射特性を有する液滴噴射装置を提示すること。

【構成】 被噴射液体に対して接触角の大きい材料で構成されたノズルプレート1.1の液滴噴射ノズル孔内表面1.6に被噴射液体に対して接触角の小さい材料1.5がコーティングされた液滴噴射ノズル部1.2。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴噴射ノズル孔を通して被噴射物である液滴を噴射する液滴噴射装置に於て、前記液滴の前記液滴噴射ノズル孔内表面に対する接触角を、前記液滴噴射ノズルが形成されたノズル構成部材に対する接触角より小さくしたことを特徴とする液滴噴射装置。

【請求項2】 液滴噴射ノズル孔を通して被噴射物である液滴を噴射する液滴噴射装置の製造方法に於て、前記液滴に対して所定の接触角以上の材料で構成されたノズル構成部材に必要個数の液滴噴射ノズル孔を形成する第一の工程と、

該液滴噴射ノズル孔内表面に前記接触角より小さい接触角の材料をコーティングする第二の工程とからなることを特徴とする液滴噴射装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液滴噴射装置の構成に関するものであり、更に詳細には液滴噴射装置を構成する液滴噴射ノズルに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、所定の信号に基づいて所望の文字や図形を紙面等の被印字物に形成する為の装置として、インクジェットプリンタ等の各種液滴噴射装置が開発され実用化されている。これらの液滴噴射装置に於て、被印字物上に形成される文字や図形等の印字品質に最も影響する液滴噴射装置の構成部分としてインク滴が噴射されるインク滴噴射ノズル部がある。

【0003】また、これらの液滴噴射装置の被噴射物として利用されるものに、水系染料インクや水系顔料インク、溶剤系顔料インク、ホットメルトインク等がある。前記インク滴噴射ノズル部は、使用される被噴射物としての各種インクの表面張力、粘性等の特性にマッチングした材料及び形状にて設計される必要がある。

【0004】特に各種インクの表面張力等の物性値とインク滴噴射ノズル部を構成する材料の表面張力等の物性値で決まる各種インクに対するインク滴噴射ノズル部の濡れ性をコントロールすることが重要となる。

【0005】従来、この濡れ性コントロールの手法として、使用するインクに対して比較的濡れ性の良い（接触角の小さい）材料を用いてプレートを作製し、そのプレートの表面に撥液処理を行なって撥液処理層を形成し、必要個数のインク滴噴射ノズル孔を形成してノズルプレートを作成していた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の手法では、前記ノズルプレート表面とインク滴噴射ノズル孔内表面のインクに対する濡れ性の差が確保され印字品質の向上及び安定した液滴噴射の為のインクのノズル孔内部での円滑な流れ性及びノズルプレート表面での撥インク性等、液滴噴射ノズル部のインクに対する濡れ性

2

の必要条件は満たされるものの、表面に撥液性処理層が形成されたノズルプレートに、エキシマレーザ加工やマイクロドリル加工、放電加工、エッチング加工等の方法でインク滴噴射ノズルを必要個数形成する為、表面に形成された撥液性処理層とノズルプレート材料の物性が異なることに起因して、その加工性に大きな差が存在する。従って上記手法によって作製されたインク滴噴射ノズル部には、そのエッジ部にバリが存在したり、せっかく形成したノズルプレート表面の撥液性処理層にダメージが存在したりすることが多く噴射液滴の着弾位置精度に起因する印字品質の向上及び長期にわたる安定した液滴噴射が行なわれないことがあった。

【0007】また、前記問題点を解決する方法としてノズルプレートにインク滴噴射ノズル孔を必要個数形成した後、ノズルプレート表面に撥液性処理を施すことが考えられるが、湿式、乾式の各撥液性処理手法を問わずインク滴噴射ノズル内面への撥液性材料の付着を防止することがきわめて困難であり、場合によっては、撥液性材料がインク滴噴射ノズル孔自体を塞いでしまうという危険性があった。

【0008】更に、周知のクリーニングを行なうと、ノズルプレート表面とクリーニング部材との摺動により、ノズルプレートの撥液処理層が剥がれ、インク噴射時にノズル周りにインク広がりてしまい、インクが噴出されなくなるといった問題があった。特に、顔料インクの場合は、クリーニング部材の機械的な接触及び顔料インク中に含まれる固形分としての顔料の砥粒効果により摩耗現象が起こり、ノズルプレートの撥液処理層が剥がれてしまうことがおこった。

【0009】本発明は印字品質の向上及び安定した液滴噴射が行なわれるインク滴噴射ノズル部の構成及びその製造方法を提示し、印字品質に優れ安定した噴射特性を有する液滴噴射装置を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明では、液滴噴射ノズル孔を通して被噴射物である液滴を噴射する液滴噴射装置に於て、前記液滴の前記液滴噴射ノズル孔内表面に対する接触角を、前記液滴噴射ノズルが形成されたノズル構成部材に対する接触角より小さい。

【0011】また、液滴噴射装置の製造方法では、前記液滴に対して所定の接触角以上の材料で構成されたノズル構成部材に必要個数の液滴噴射ノズル孔を形成する第一の工程と、該液滴噴射ノズル孔内表面に前記接触角より小さい接触角の材料をコーティングする第二の工程とからなる。

## 【0012】

【作用】本発明の被噴射物である液滴に対して所定の接触角以上の材料で構成されたノズル構成部材の表面は液滴の撥液性表面としての作用し、前記接触角より小さい

50

(3)

3

接触角の材料がコーティングされた該液滴滴噴射ノズル内表面は液滴滴噴射時の円滑な流体通路として作用すると共に液滴滴噴射ノズル内での安定したメニスカスの保持臨界面として作用する。

## 【0013】

【実施例】以下、本発明を具体化した実施例を図面を参照して説明する。図1～3に本発明の第一実施例のインク滴噴射ノズルプレート11の製造方法を示す。図1はノズルプレート用シート11を示す。本実施例では被噴射物としての液体を、溶媒として水、乾燥防止のための湿潤剤としてグリセリンを使用した水系染料インクとした。従ってノズルプレート用材料としては被噴射物である水系染料インクに対して比較的濡れ性の悪い（接触角の大きい）ポリサルホン（PSF）、ポリエーテルサルホン（PES）、ポリイミド（PI）等の各種有機材料が考えられる。前記材料の水系染料インクに対する接触角は実測の結果全て70～80°の範囲であった。

【0014】本実施例に於いてはノズルプレート用シート11として約0.1mm厚のポリイミドシートを用いた。ポリイミド製ノズルプレート用シート11は、図2で示すようにエキシマレーザ13を用いたイメージングマスク法によって、約 $\phi 40\mu\text{m}$ 程度のインク滴噴射ノズル孔12を必要個数形成した。次に図3に示すようにエキシマレーザ13で形成されたインク滴噴射ノズル孔12の内面及びノズルプレート用シート11の片側の面にマグネトロンスパッタリング法14を用いて酸化珪素（SiOx）膜15をコーティングした。本実施例のマグネトロンスパッタリング法14によって形成された酸化珪素（SiOx）膜15の水系染料インクに対する接触角は実測した結果約10～20°の範囲であった。

【0015】図4に本実施例のインク滴噴射ノズル部の断面概略図を示す。インク滴噴射ノズルプレート11の表面17は、水系染料インクに対する接触角が70～80°と大きく濡れにくい材料によって構成されているので、インク滴噴射時等にアクシデンタルに付着したインク滴はワイピング等の手段により簡単に除去され初期状態と同じ表面状態への復帰が実現される。またインク滴噴射ノズルプレートの表面17は、ワイピング部材やクリーニング部材との機械的な接触が繰り返し行われることになるが摩耗現象は殆ど観察されず初期状態を維持した。インク滴噴射ノズル孔12の内面16は、水系染料インクに対して濡れ性のよい酸化珪素（SiOx）膜15でコーティングされているのでインクとの馴染みが良くインク滴噴射ノズル孔12中に充填されたインクの最先端のインクメニスカス形状はインク滴噴射時、インク未噴射時とも安定したものとなり長時間にわたる安定した液滴滴噴射が実現できた。

【0016】次に本発明の第二実施例を説明する。本実施例では被噴射物として、溶媒として水、乾燥防止のための湿潤剤としてグリセリン、黒色顔料としてカーボン

4

ブラックを使用した水系顔料インクを用いた。従って被噴射物である水系顔料インクに対して比較的濡れ性の悪い（接触角の大きい）ノズルプレート用材料としては、ポリサルホン（PSF）、ポリエーテルサルホン（PES）、ポリイミド（PI）等の各種有機材料が考えられる。前記材料の水系顔料インクに対する接触角は実測の結果全て60～70°の範囲であった。

【0017】本実施例に於いてはノズルプレート材料としてポリサルホンを用い射出成形法によって図2で示すような約 $\phi 40\mu\text{m}$ 程度のインク滴噴射ノズル孔12を必要個数備えた形状を作製した。次に図3に示すように射出成形法で形成されたインク滴噴射ノズル孔12の内面及びノズルプレートの片側の面にマグネトロンスパッタリング法14を用いて酸化珪素（SiOx）膜15をコーティングした。本実施例のマグネトロンスパッタリング法14によって形成された酸化珪素（SiOx）膜15の水系顔料インクに対する接触角は実測した結果5～15°の範囲であった。

【0018】図4に本実施例のインク滴噴射ノズル部の断面概略図を示す。インク滴噴射ノズルプレートの表面17は、水系顔料インクに対する接触角が60～70°と大きく濡れにくい材料によって構成されているので、インク滴噴射時等にアクシデンタルに付着したインク滴はワイピング等の手段により簡単に除去され初期状態と同じ表面状態への復帰が実現される。またインク滴噴射ノズルプレートの表面17は、ワイピング部材やクリーニング部材との機械的な接触及び水系顔料インク中に含まれる固形分としての顔料の砥粒効果により摩耗現象が起こる。しかしノズルプレート11の表面が摩耗現象により摩耗しても新たに出現する表面もノズルプレート11部材として使用したポリサルホンなので、インクとの濡れ性には全く変化はなく初期状態を維持した。

【0019】インク滴噴射ノズル孔12の内面16は、水系顔料インクに対して濡れ性のよい酸化珪素（SiOx）膜15でコーティングされているのでインクとの馴染みが良くインク滴噴射ノズル孔12中に充填されたインクの最先端のインクメニスカス形状はインク滴噴射時、インク未噴射時とも安定したものとなり長時間にわたる安定した液滴滴噴射が実現できた。

【0020】次に本発明の第三実施例を説明する。図5及び図6に本実施例の液滴滴噴射装置を構成する主要部品の概略斜視図を示す。図5は未分極のチタン酸ジルコン酸鉛系圧電材料を用いたカバープレート23である。カバープレート23には図のようにノズル孔形成用溝21が等間隔で必要個数、ダイシングマシンによりダイヤモンドカッティングブレードを用いて加工されている。カバープレート23のノズル孔形成用溝21の内面及びカバープレート23の上面には、マグネトロンスパッタリング法を用いて酸化珪素（SiOx）のコーティング膜25が形成されている。



(4)

5

【0021】図6は厚み方向に分極処理されたチタン酸ジルコン酸鉛系圧電材料を用いたアクチュエータ24である。アクチュエータ24には図のようにインクの圧力チャンバー及び流路として作用する溝22が前記カバープレート23に形成されたノズル孔形成用溝21と同じ間隔で同じ個数、ダイシングマシンによりダイヤモンドカッティングブレードを用いて加工されている。溝22の幅寸法は前記ノズル孔形成用溝21の溝幅寸法より大きくしてある。アクチュエータ24の溝22の内面及び電氣的コネクティング部分26を除いた残りの上面には、マグネトロンスパッタリング法を用いて酸化珪素(SiOx)のコーティング膜25が形成されている。

【0022】本実施例の液滴噴射装置では前記カバープレート23とアクチュエータ24を各々溝形成面を対向させてエポキシ系接着剤を用いて接着する。アクチュエータ24を構成する圧電材料の壁27の両側面には駆動用電極(図示せず)が形成されており分極方向に対して直交する方向に駆動電界を印加することにより、圧電材料の壁27にせん断変形を生じさせ、インクの圧力チャンバー及び流路として作用する溝22の容積変化を生じさせると共に溝内のインクの圧力変化を生じさせることでインク滴噴射ノズル孔よりインク滴を噴射する。

【0023】図7(a)、(b)にカバープレート23及びアクチュエータ24を接着した状態の液滴噴射装置のインク滴噴射ノズル部近傍の概略図を示す。前記カバープレート23のノズル孔形成用溝21はアクチュエータ24と接着されることでインク滴噴射ノズル孔を形成している。本実施例では被噴射物として、溶媒として水、乾燥防止のための湿潤剤としてグリセリン、黒色顔料としてカーボンブラックを使用した水系顔料インクを用いた。カバープレート23とアクチュエータ24が接着された噴射ノズル側の端面は切断加工後ラッピングし、鏡面加工を施した。鏡面状態のチタン酸ジルコン酸鉛系圧電材料の水系顔料インクに対する接触角を実測したところ約80°～85°と言う高い値を示した。また本実施例のマグネトロンスパッタリング法によってチタン酸ジルコン酸鉛系圧電材料の表面に形成された酸化珪素(SiOx)膜25の水系顔料インクに対する接触角は実測した結果5°～15°の範囲であった。

【0024】従ってインク滴噴射時等に液滴噴射装置の噴射ノズル側表面にアクシデンタルに付着したインク滴はワイピング等の手段により簡単に除去され初期状態と同じ表面状態への復帰が実現される。また本実施例の液滴噴射装置の噴射ノズル側表面は、ワイピング部材やクリーニング部材との機械的な接触及び水系顔料インク中に含まれる固形分としての顔料の砥粒効果により摩耗現象が起こる。しかし本実施例では前記表面が鏡面加工されたチタン酸ジルコン酸鉛系圧電材料つまり顔料として使用するカーボンブラックより高硬度のセラミックス材料で構成されているので摩耗現象は殆ど観察されない。

6

微小な摩耗が起こっても新たに出現する表面もチタン酸ジルコン酸鉛系圧電材料なので、インクとの濡れ性には全く変化はなく初期状態を維持した。インク滴噴射ノズル孔の内面は、水系顔料インクに対して濡れ性のよい酸化珪素(SiOx)膜25でコーティングされているのでインクとの馴染みが良くインク滴噴射ノズル孔中に充填されたインクの最先端のインクメニスカス形状はインク滴噴射時、インク未噴射時とも安定したものとなり長時間にわたる安定した液滴噴射が実現できた。

【0025】次に本発明の第四実施例を説明する。本実施例では被噴射物として、溶媒としてトリプロピレングリコールモノメチルエーテル(TPM)、黒色顔料としてカーボンブラックを使用した溶剤系顔料インクを用いた。従って被噴射物である溶剤系顔料インクに対して比較的濡れ性の悪い(接触角の大きい)材料としては、フッ素樹脂が考えられる。前記材料の水系顔料インクに対する接触角は実測の結果全て50°～60°の範囲であった。本実施例に於いてはノズルプレート材料としてフッ素樹脂を用いマイクロドリル加工によって図2で示すような約φ40μm程度のインク滴噴射ノズル孔12を必要個数備えた形状を作製した。

【0026】次に図3に示すようにマイクロドリル加工法で形成されたインク滴噴射ノズル孔12の内面及びノズルプレートの片側の面にマグネトロンスパッタリング法14を用いて酸化珪素(SiOx)膜15をコーティングした。本実施例のマグネトロンスパッタリング法14によって形成された酸化珪素(SiOx)膜15の溶剤系顔料インクに対する接触角は実測した結果2°～5°の範囲であった。

【0027】図4に本実施例のインク滴噴射ノズル部の断面概略図を示す。インク滴噴射ノズルプレートの表面17は、溶剤系顔料インクに対する接触角が50°～60°と大きく濡れにくい材料によって構成されているので、インク滴噴射時等にアクシデンタルに付着したインク滴はワイピング等の手段により簡単に除去され初期状態と同じ表面状態への復帰が実現される。またインク滴噴射ノズルプレートの表面17は、ワイピング部材やクリーニング部材との機械的な接触及び溶剤系顔料インク中に含まれる固形分としての顔料の砥粒効果により摩耗現象が起こる。しかしノズルプレート11の表面が摩耗現象により摩耗しても新たに出現する表面もノズルプレート11部材として使用したフッ素樹脂なので、インクとの濡れ性には全く変化はなく初期状態を維持した。

【0028】インク滴噴射ノズル孔12の内面16は、水系顔料インクに対して濡れ性のよい酸化珪素(SiOx)膜15でコーティングされているのでインクとの馴染みが良くインク滴噴射ノズル孔12中に充填されたインクの最先端のインクメニスカス形状はインク滴噴射時、インク未噴射時とも安定したものとなり長時間にわたる安定した液滴噴射が実現できた。



(5)

7

【0029】上記の実施例のインク滴噴射ノズル部は全て被噴射物であるインクに対して比較的濡れ性の悪い

(接触角の大きい) 材料を用いて必要個数のインク滴噴射ノズルを形成する第一の工程と、該インク滴噴射ノズル内面にインクに対する濡れ性を改善(接触角を小さく) する材料をコーティングする第二の工程から製作されている。

【0030】従って従来の手法での表面に撥液性処理層が形成されたノズルプレートに、エキシマレーザ加工やマイクロドリル加工、放電加工、エッチング加工等の方法でインク滴噴射ノズルを必要個数形成する場合に生じる表面に形成された撥液性処理層とノズルプレート材料の物性が異なることで発生する、その加工性の大きな差によるインク滴噴射ノズルエッジ部に於けるバリの存在、及びせつかく形成したノズルプレート表面の撥液性処理層ダメージの存在等の問題を生じることはなく印字品質の向上及び安定した液滴噴射の為の十分条件が満足されている。また別の従来法であるノズルプレートにインク滴噴射ノズル孔を必要個数形成した後、ノズルプレート表面に撥液性処理を施す工法の場合生じたインク滴噴射ノズル内面へも撥液性処理がなされてしまうと言う問題点や撥液性材料がインク滴噴射ノズル孔自体を塞いでしまうと言う危険性も本発明の工法を利用することで回避できた。

【0031】尚、本実施例では、濡れ性の悪い(接触角の大きい) 材料で構成されたインク滴噴射ノズル12の全内面に濡れ性の良い(接触角の小さい) 酸化珪素( $\text{SiO}_x$ ) 膜15がコーティングされているが、インク滴噴射ノズル12の内面の内、噴射側の開口周辺を除いて酸化珪素( $\text{SiO}_x$ ) 膜15をコーティングしてもよい。この場合、インクのメニスカスがインク滴噴射ノズル12内に形成されるので、インクが乾きにくい。また、インク滴が噴射されると、そのインク滴がインク滴

【図1】



8

噴射ノズル12にガイドされてながら飛翔するので、インクの直進性が良い。

【0032】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明の工法によって形成されたインクに対する接触角の小さいインク滴噴射ノズル孔内表面と接触角の大きいノズル構成部材で構成されたインク滴噴射ノズル部を備えた液滴噴射装置はインクに対して良好な撥インク性を示すノズル構成部材表面と良好な濡れ性を有するインク滴噴射ノズル孔内表面が実現されておりワイピング性能および安定的な噴射特性を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のノズルプレート用シートの斜視概略図である。

【図2】前記実施例のノズル孔加工後のノズルプレートの斜視概略図である。

【図3】前記実施例のコーティング後のノズルプレートの斜視概略図である。

【図4】前記実施例のノズル孔部分の拡大断面図である。

【図5】本発明の他の実施例のカバープレートの斜視概略図である。

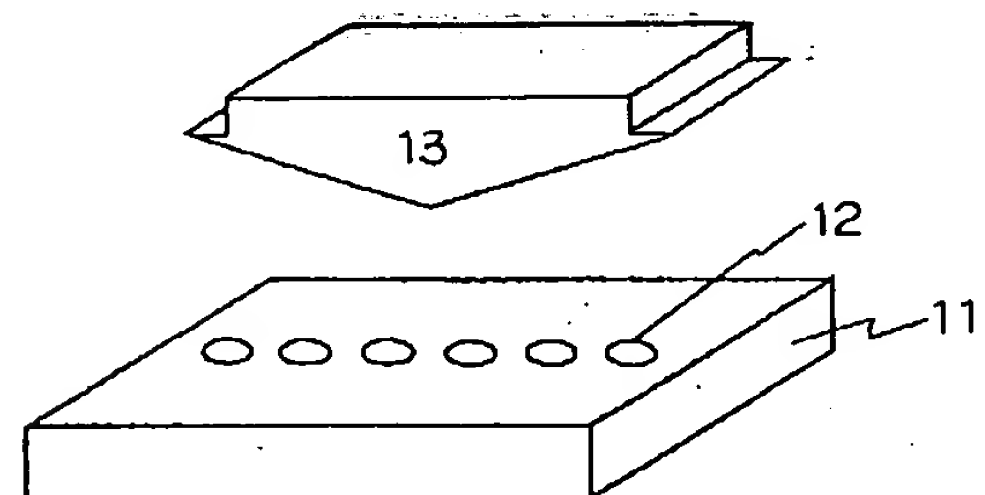
【図6】前記他の実施例のアクチュエータの斜視概略図である。

【図7】(a)は前記他の実施例のノズル孔部分を拡大して示す平面図である。(b)は前記他の実施例のノズル孔部分の断面を拡大して示す側面図である。

【符号の説明】

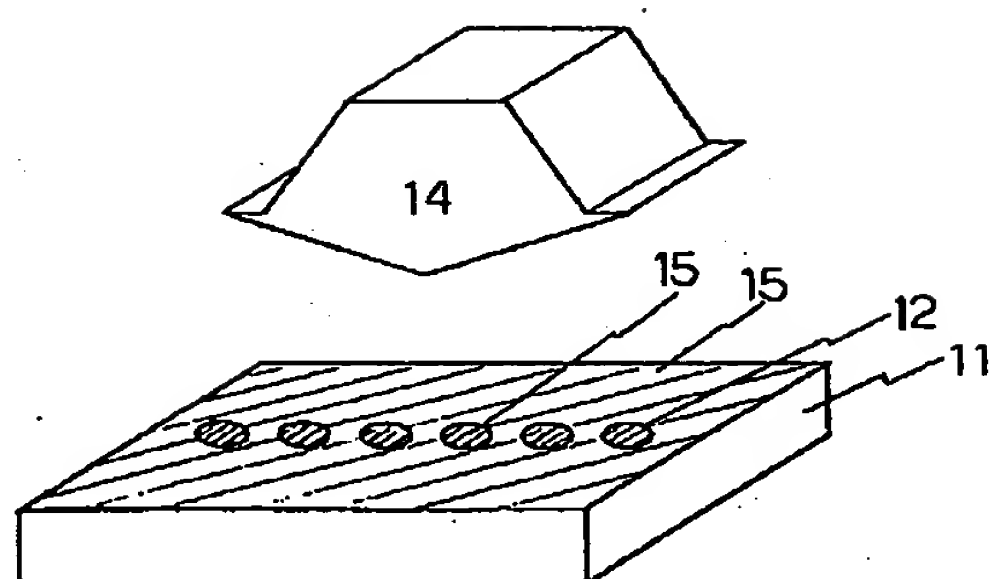
- 11 ノズルプレート
- 12 液滴噴射ノズル孔
- 15 酸化珪素( $\text{SiO}_x$ ) 膜
- 16 液滴噴射ノズル孔内表面
- 17 ノズルプレートの表面

【図2】

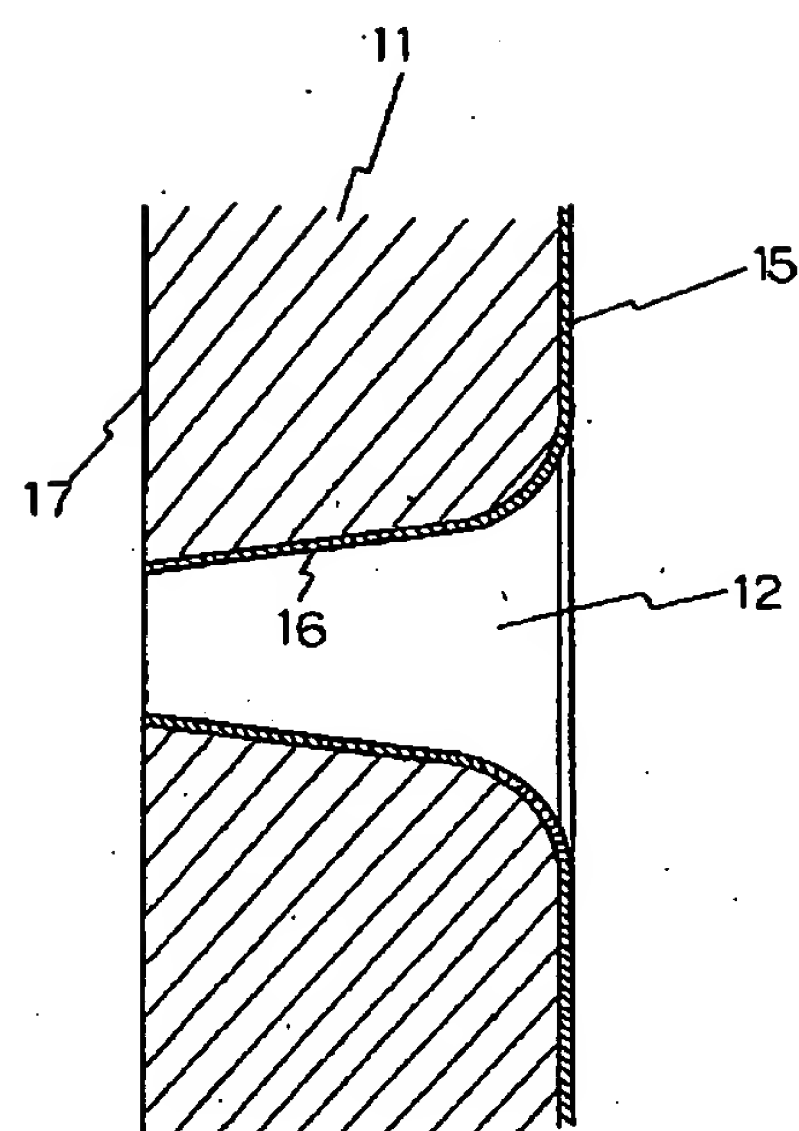


(6)

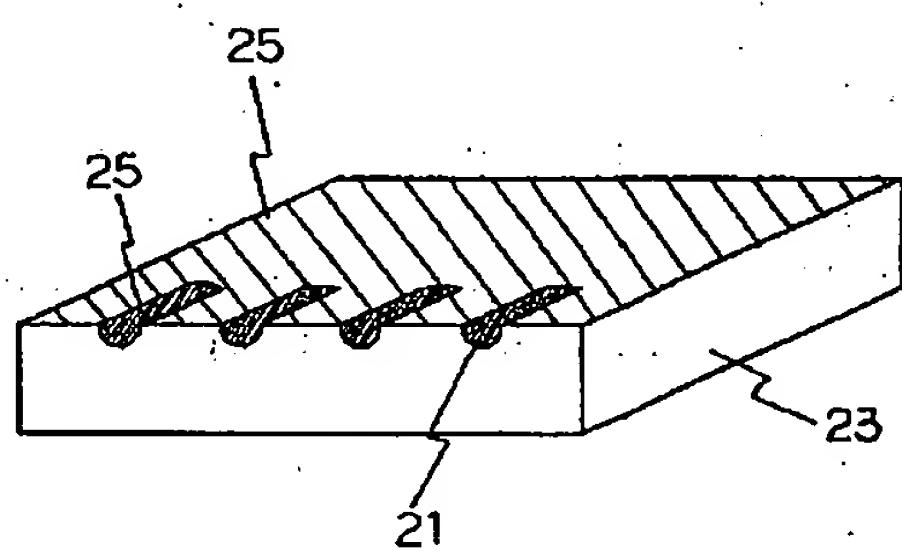
【図3】



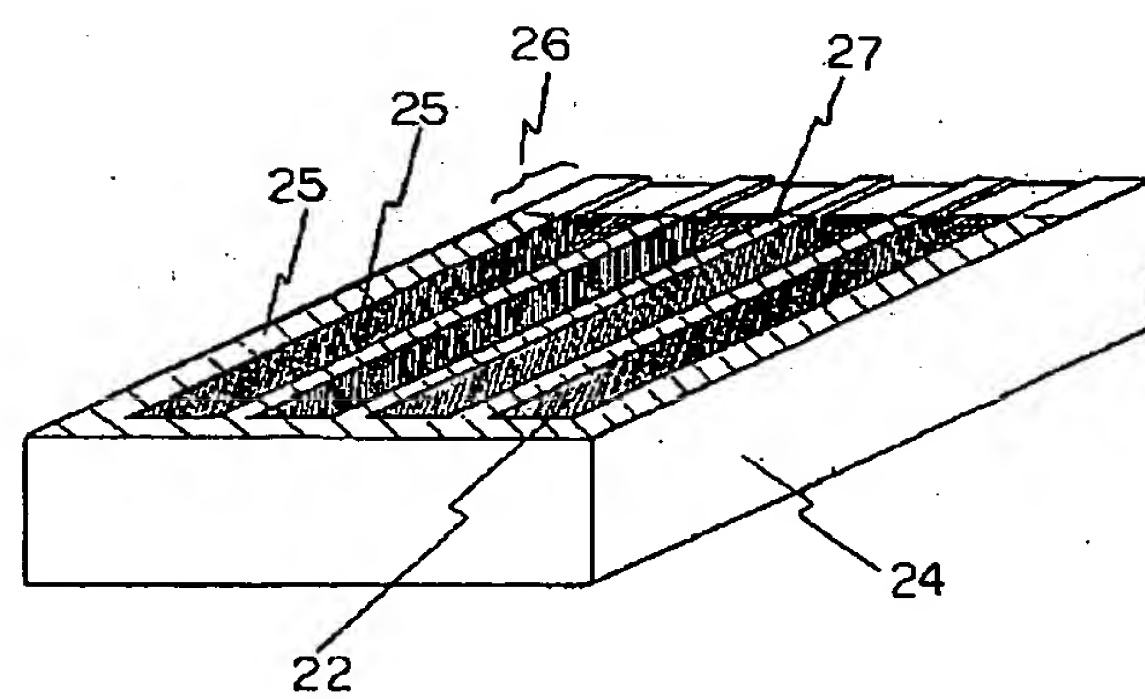
【図4】



【図5】



【図6】



(7)

【図7】

